

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-81505

(P2001-81505A)

(43) 公開日 平成13年3月27日 (2001.3.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 2 F 7/04		B 2 2 F 7/04	H 3 J 0 4 4
C 2 2 C 33/02		C 2 2 C 33/02	B 4 K 0 1 8
38/00	3 0 2	38/00	3 0 2 Z
38/16		38/16	
F 0 2 F 3/00	3 0 2	F 0 2 F 3/00	3 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-261651

(22) 出願日 平成11年9月16日 (1999.9.16)

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 川瀬 欣也

埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱マテリアル株式会社総合研究所内

(72) 発明者 森本 耕一郎

埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱マテリアル株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100076679

弁理士 富田 和夫 (外1名)

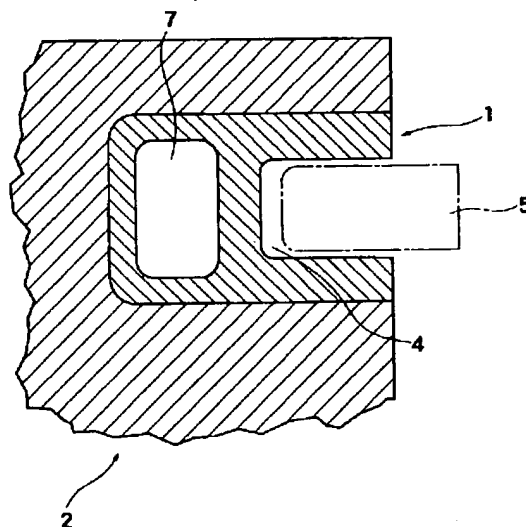
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環

(57) 【要約】

【課題】 高温耐摩耗性および熱伝導性にすぐれ、かつ相手攻撃性の小さい冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を提供する。

【解決手段】 内部にリング状の冷却空洞7を有し、重量%で、Cu:11~40%、Ni:0.5~10%、C:0.001~3%を含有し、さらに必要に応じてMo:0.1~15%および/またはCr:0.1~10%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにかつFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相と結合してなる組織を有する鉄基焼結合金からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu:11~40%、Ni:0.5~10%、C:0.001~3%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成されていることを特徴とする高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項2】前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、CuおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、

前記Cuを主成分とするCu基合金相はNi、FeおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、

前記Fe基合金相に含まれるNiおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNiおよびCの濃度よりも大きいことを特徴とする請求項1記載の高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項3】内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu:11~40%、Ni:0.5~10%、C:0.001~3%、Cr:0.1~10%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成されていることを特徴とする高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項4】前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、CrおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、

前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、CrおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、

前記Fe基合金相に含まれるNi、CrおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、CrおよびCの濃度よりも大きいことを特徴とする請求項3記載の高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項5】内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu:11~40%、Ni:0.5~10%、C:0.001~3%、Mo:0.1~15%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成されていることを特徴とする高温耐摩

耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項6】前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、MoおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、

前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、MoおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、

前記Fe基合金相に含まれるNi、MoおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、MoおよびCの濃度よりも大きいことを特徴とする請求項5記載の高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項7】内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu:11~40%、Ni:0.5~10%、C:0.001~3%、Mo:0.1~15%、Cr:0.1~10%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成されていることを特徴とする高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項8】前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、Mo、CrおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、

前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、Mo、CrおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、

前記Fe基合金相に含まれるNi、Mo、CrおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、Mo、CrおよびCの濃度よりも大きいことを特徴とする請求項7記載の高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【請求項9】前記請求項5、6、7または8記載のMoを含む鉄基焼結合金で構成されている高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環は、Feを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる素地中にMoを主成分とした硬質粒子が均一分散した組織を有することを特徴とする高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、すぐれた高温耐摩耗性および熱伝導性を有し、かつ相手攻撃性（ピストンリング攻撃性）の小さい冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、トラック・バス用ディーゼルエン

ジンのピストンは、図4(a)の概略縦断面図に示されるように、ピストンリング耐摩環1をピストン鋳物本体2の鑄造時にトップランド部3直下に鑄包むことにより取り付け、その後このピストンリング耐摩環1の外周を切削することによりピストンリング耐摩環1の外周に断面コの字状のトップリング溝4を形成し、ピストンリング5をこのトップリング溝4に同(b)の要部縦断面図で示されるように嵌合して製造することは知られている。

【0003】前記ピストン鋳物本体2は主としてSi: 10
8~13重量%を含有したAl-Si系合金で構成され、さらに上記ピストンリング耐摩環1は良好な耐摩耗性と相手攻撃性の低いFe-Ni-Cu系焼結材料(組成: Fe-8~25%Ni-3.5~10%Cu-2.0%以下C)や、Ni-Cu-Cr系オーステナイト鋳鉄であるニレジスト鋳鉄(組成: Fe-13~16%Ni-5~8%Cu-1.5~2.4%Cr-1.4~1.8%Si-0.5~1.2%Mn-2.5~3%C、以上重量%、以下%は重量%を示す)などの材料で構成されていることも知られる。

【0004】このようにして製造したピストン鋳物本体2には、冷却空洞6が設けられており、この冷却空洞6にオイルを通すことによりピストン鋳物本体2自体およびピストンリング耐摩環1を冷却している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一方、自動車に対する排気ガス規制は年々厳しさを増す傾向にあり、同時に燃費の向上も依然として求められており、この対応手段の1つとして、近年、燃料を燃焼室内に直接噴射する直噴エンジンや空燃比を高めて希薄燃焼させるリーンバーンエンジンなどが開発されている。これら新型エンジンでは燃焼室内が従来のエンジンよりも高温になり、ピストンリング耐摩環も高温燃焼室の影響を受けるため、従来のFe-Ni-Cu系焼結材料やニレジスト鋳鉄で構成されているピストンリング耐摩環では急速な摩耗の進行は避けられない。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者等は、上述のような観点から、直噴射エンジンやリーンバーンエンジンに組み込むことのできるピストンのピストンリング耐摩環を開発すべく研究を行った結果、図1の一部断面図に示されるように、ピストンリング耐摩環1の内部にリング状の冷却空洞7を設け、さらにピストンリング耐摩環を構成する鉄基焼結合金に含まれるCu成分を従来の鉄基焼結合金よりも多いCu: 11~40%とし、この鉄基焼結合金の組織をFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織としたピストンリング耐摩環は、(a)内部にリング状の冷却空洞を有するところからピストンリング耐摩環の冷却能力が改善されて高温耐摩耗性が向上

する、(b)内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環を構成する鉄基合金の成分としてCu含有量が多いところから熱伝導性にすぐれ、放熱性が良くなって温度上昇が低減され、したがって高温耐摩耗性が向上する、(c)Feを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有し、Feを主成分とするFe基合金相は硬質相であり、Cuを主成分とするCu基合金相は軟質相であり、硬質相と軟質相の混合組織からなるために、耐摩耗性に優れるとともに相手攻撃性が小さい特性を示し、さらにピストン本体を構成するAl-Si系合金との密着性が優れている、という研究結果を得たのである。

【0007】この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、(1)内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu: 11~40%、Ni: 0.5~10%、C: 0.001~3%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成されている高温耐摩耗性および熱伝導性の優れた冷却空洞付き鉄基合金製ピストンリング耐摩環、に特徴を有するものである。

【0008】この発明の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を構成する鉄基焼結合金の組織はFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相で結合してなる組織を有するが、この組織中に遊離黒鉛が分散していることがありまた無いこともある。この遊離黒鉛の析出の有無は、鉄基焼結合金に含有する炭素の量によるもので、鉄基焼結合金に含有するCが0.8%未満では遊離黒鉛の析出は見られないが、0.8%を越えると遊離黒鉛が析出する。したがって、相手攻撃性(ピストンリング攻撃性)の層小さい冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を必要とするときは、C: 0.8~3%に調整し、相手攻撃性(ピストンリング攻撃性)を考慮する必要の無いときは、C: 0.001~0.8%未満に調整した冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を作ることが好ましい。

【0009】この発明の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環の組織を構成するFe基合金相およびCu基合金相の成分含有量はEPMAにより測定して求めることができる。EPMAにより測定した結果、前記Fe基合金相はNi、CuおよびCを含みかつFeを50重量%以上含んでおり、前記Cu基合金相はNi、FeおよびCを含みかつCuを50重量%以上含んでおり、さらにFe基合金相に含まれるNiおよびCの濃度は、Cu基合金相に含まれるNiおよびCの濃度よりも大であることが分かった。

【0010】したがって、この発明は、(2)内部にリ

ング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu: 11~40%、Ni: 0.5~10%、C: 0.001~3%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有し、前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、CuおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、前記Cuを主成分とするCu基合金相はNi、FeおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、前記Fe基合金相に含まれるNiおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNiおよびCの濃度よりも大きい鉄基焼結合金で構成されている高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、に特徴を有するものである。

【0011】この発明は、前記(1)または(2)記載の組成を有する鉄基焼結合金に、さらにMo: 0.1~15%、Cr: 0.1~10%の内の1種または2種を含有することが一層好ましく、これらMoおよびCrはいずれもFe基合金相およびCu基合金相に固溶するが、MoおよびCrの固溶量はFe基合金相の方がCu基合金相よりも多い。したがって、この発明は、(3)内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu: 11~40%、Ni: 0.5~10%、C: 0.001~3%、Cr: 0.1~10%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成した高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(4)前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、CrおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、CrおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、前記Fe基合金相に含まれるNi、CrおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、CrおよびCの濃度よりも大きい前記(3)記載の高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(5)内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu: 11~40%、Ni: 0.5~10%、C: 0.001~3%、Mo: 0.1~15%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成した高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(6)前記Feを

主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、MoおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、MoおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、前記Fe基合金相に含まれるNi、MoおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、MoおよびCの濃度よりも大きい前記(5)記載の高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(7)内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu: 11~40%、Ni: 0.5~10%、C: 0.001~3%、Mo: 0.1~15%、Cr: 0.1~10%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる組織を有する鉄基焼結合金で構成した高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(8)前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、Mo、CrおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、Mo、CrおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、前記Fe基合金相に含まれるNi、Mo、CrおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、Mo、CrおよびCの濃度よりも大きい前記(7)記載の高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、に特徴を有するものである。

【0012】Mo: 0.1~15%を含有するこの発明の高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環は、原料粉末としてMo含有量が15%以下のFe-Mo合金粉末を使用して製造すると、素地中に前記Moを主成分とした硬質粒子は生成しないが、原料粉末としてMo含有量が15%を越えるMo-Fe合金粉末を使用して製造すると、Moを50%以上含有するMoを主成分とした硬質粒子が素地中に分散している組織が得られ、この組織を有するピストンリング耐摩環は特に耐摩耗性が向上する。

【0013】したがって、この発明は、(9)内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu: 11~40%、Ni: 0.5~10%、C: 0.001~3%、Mo: 0.1~15%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる素地中にMoを主成分とした硬質粒子が分散している組織を有する鉄基焼結合金で構成した高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(10)前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、MoおよびCを

含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、MoおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、前記Fe基合金相に含まれるNi、MoおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、MoおよびCの濃度よりも大きい前記(9)記載の高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(11)内部にリング状の冷却空洞を有するピストンリング耐摩環であって、このピストンリング耐摩環は、重量%で、Cu:11~40%、Ni:0.5~10%、C:0.001~3%、Mo:0.1~15%、Cr:0.1~10%を含有し、残りがFeおよび不可避不純物からなる組成、並びにFeを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相により結合してなる素地中にMoを主成分とした硬質粒子が分散している組織を有する鉄基焼結合金で構成した高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、(12)前記Feを主成分とするFe基合金相は、Ni、Cu、Mo、CrおよびCを含みかつFeを50%以上含むFe基合金相であり、前記Cuを主成分とするCu基合金相は、Ni、Fe、Mo、CrおよびCを含みかつCuを50%以上含むCu基合金相であり、前記Fe基合金相に含まれるNi、Mo、CrおよびCの濃度は、前記Cu基合金相に含まれるNi、Mo、CrおよびCの濃度よりも大きい前記(11)記載の高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環、に特徴を有するものである。

【0014】前記(1)または(2)記載のこの発明の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環の製造方法を具体的に述べると、原料粉末として、Fe粉末、黒鉛粉末およびCu-Ni合金粉末を用意し、これら原料粉末を金型成形時の潤滑剤であるステアリン酸亜鉛粉末またはエチレンビスステアラミドとともにダブルコーンミキサーで混合し、プレス成形して図2(a)の一部断面図に示されるような片面にU字状溝8を有するリング状圧粉体9、9を作製し、リング状圧粉体9、9を図2(b)の一部断面図に示されるようにU字状溝8の開口が対向するように重ね合わせて一体化し、この一体化した圧粉体を水素含有窒素雰囲気中、温度:1100~1300℃(好ましくは、1100~1200℃)で焼結することにより図2(b)の一部断面図に示される形状の内部にリング状の冷却空洞7を有するピストンリング耐摩環1を作製する。さらにピストンリング耐摩環1は、図3(a)に示されるように、溝の無いリング状圧粉体11とU字状溝8を有するリング状圧粉体9を作製し、溝の無いリング状圧粉体11とU字状溝8を有するリング状圧粉体9を図3(b)の一部断面図に示されるように重ねて一体化し、焼結することにより内部にリング状の冷却空洞7を有するピストンリング耐摩環1を

作製することもできる。

【0015】さらに前記(3)~(10)の内のいずれかに記載の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を製造するには、原料粉末として、Fe粉末、黒鉛粉末およびCu-Ni合金粉末のほか、Fe-Cr合金粉末、Fe-Mo合金粉末を用意し、これら原料粉末を所定量配合し混合し、さらに金型成形時の潤滑剤であるステアリン酸亜鉛粉末またはエチレンビスステアラミドとともにダブルコーンミキサーで混合し、プレス成形して図2(a)の一部断面図に示されるような片面にU字状溝8を有するリング状圧粉体9、9を作製し、リング状圧粉体9、9を図2(b)の一部断面図に示されるようにU字状溝8の開口が対向するように重ね合わせて一体化し、この一体化した圧粉体を水素含有窒素雰囲気中、温度:1100~1300℃(好ましくは、1100~1200℃)で焼結することにより図2(b)の一部断面図に示される形状の内部にリング状の冷却空洞7を有するピストンリング耐摩環1を作製する。さらにピストンリング耐摩環1は、図3(a)に示されるように、溝の無いリング状圧粉体11とU字状溝8を有するリング状圧粉体9を作製し、溝の無いリング状圧粉体11とU字状溝8を有するリング状圧粉体9を図3(b)の一部断面図に示されるように重ねて一体化し、焼結することにより内部にリング状の冷却空洞7を有するピストンリング耐摩環1を作製することもできる。

【0016】素地中にMoを主成分とした硬質粒子が分散しない組織を有する前記(5)~(8)記載の鉄基焼結合金を製造するにはMo含有量が15%以下のFe-Mo合金粉末を添加して作製する。また、素地中にMoを主成分とした硬質粒子が分散している組織を有する前記(9)~(12)記載の鉄基焼結合金は、Mo含有量が15%を越えるFe-Mo合金粉末を添加することにより製造する。

【0017】この発明の前記(1)~(2)記載の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環は、リング状圧粉体9、9を図2(b)の一部断面図に示されるようにU字状溝8の開口が対向するように重ね合わせて一体化し焼結することにより製造するものであるが、焼結する際のメカニズムは、焼結初期段階においてCu-Ni合金の固溶共存域に昇温すると、Cu-Ni合金粉末のNiはFe粉末中へ拡散して始めにFe相とCu相の密着性を向上させる。焼結中期段階において、Cu-Ni合金からFeへの拡散量が増し、液相発生も徐々に増える。焼結後期段階においてはNiの大部分がFe粉末中へ拡散するところからCu-Ni合金粉末のNi含有量が下がって融点が下がり、一気にCu-Ni合金粉末は融解し、ダイナミックな液相焼結が進行して緻密化し、さらに焼結中にCuはFe粉末へ拡散する。焼結初期および焼結中期において徐々に液相が発生した後、焼結後期になって始めて大量の液相が発生するのでたわみ

や歪が発生することはない。また同時に重ね合わせて一体化したリング状圧粉体9、9の接合部10はCu液相により接合される。この接合メカニズムは図3(b)の一部断面図に示されるリング状圧粉体11と9の接合部10においても同様である。

【0018】この発明の焼結バルブシートを焼結は前述のようなメカニズムによるものと考えられるから、この発明の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を製造する際に使用する原料粉末として、特にCu-Ni合金(Ni:2~30重量%を含有し、残部がCuおよび不可避不純物からなる母合金)粉末を使用することが好ましい。前記(1)または(2)記載の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を焼結する際のメカニズムについて詳述したが、前記(3)~(12)の内のいずれかに記載の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を焼結する際のメカニズムもほぼ同じメカニズムによるものと考えられる。

【0019】したがって、この発明は、原料粉末として、Fe粉末、黒鉛粉末およびCu-Ni合金粉末を用意し、さらに必要に応じて、Fe-Cr合金粉末、Fe-Mo合金粉末を用意し、これら原料粉末を所定量配合し混合し、さらに金型成形時の潤滑剤であるステアリン酸亜鉛粉末またはエチレンビスステアラミドとともにダブルコーンミキサーで混合し、プレス成形して片面にU字状溝を有するリング状圧粉体および溝の無いリング状圧粉体を作製し、リング状圧粉体のU字状溝の開口が封閉されるように重ね合わせて一体化し、この一体化した圧粉体を水素含有窒素雰囲気中、温度:1100~1300℃(好ましくは、1100~1200℃)で焼結する高温耐摩耗性および熱伝導性のすぐれた冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環の製造方法に特徴を有するものである。

【0020】つぎに、この発明のピストンリング耐摩環において、これを構成する冷却空洞付き鉄基焼結合金の成分組成を上記の通りに限定した理由を説明する。

(a) Cu

Cuは、放熱性、相手攻撃性および耐摩耗性を向上させ、さらにピストン本体との密着性を向上させる効果があるが、その含有量が11重量%未満では所望の効果が得られず、一方、40重量%を越えると液相が過大となり、焼結中に変形が生じて寸法のバラツキが大きくなるので好ましくない。したがって、Cuの含有量は11~40重量%に定めた。Cuの含有量の一層好ましい範囲は12~25重量%である。

【0021】(b) Ni

Niは、Cu合金相中においてCu合金相の融点を上昇させ、液相焼結をコントロールし、またFe合金相とCu合金相との密着性を向上させる作用があるが、その含有量が0.5重量%未満ではその効果が十分でなく、一方、10重量%を越えて含有してもそれ以上の効果が少ない。したがって、Niの含有量は0.5~10重量%に定めた。Niの含有量の一層好ましい範囲は1~8重量%である。

【0022】(c) C

Cは、強度および硬さを向上させる作用があるが、その含有量が0.001重量%未満では所望の効果が得られず、一方、3.0重量%を越えて含有する靱性を低下させるので好ましくない。したがって、Cの含有量は0.001~3重量%に定めた。Cの含有量の一層好ましい範囲は0.001~1.6重量%である。

【0023】(d) Cr

Cr成分は、オーステナイト相の素地に固溶して、これの耐熱性を向上させ、もってピストンリング耐摩環の高温耐摩耗性向上に寄与する作用をもつところから必要に応じて添加するが、その含有量が0.1%未満では前記作用に所望の向上効果が得られず、一方その含有量が10%を越えると靱性が低下することから、その含有量を0.1~10%、望ましくは0.3~3%と定めた。

【0024】(e) Mo

Mo成分は、素地に固溶して強度を向上させる作用をもち、さらにFeやCと合金化したMoを主成分とした硬質粒子を分散させて耐摩耗性を向上させるために、必要に応じて含有されるが、その含有量が0.1%未満では所望の強度向上効果が得られず、一方その含有量が15%を越えると、靱性が低下するので好ましくない。したがって、その含有量を0.1~15%、望ましくは0.5~10%と定めた。

【0025】

【発明の実施の形態】この発明のピストンリング耐摩環を実施例により具体的に説明する。

実施例1

原料粉末として、平均粒径:55μmのアトマイズFe粉末、表1に示される平均粒径および成分組成を有するCu-Ni合金粉末A~D、平均粒径:18μmの黒鉛粉末、を用意した。

【0026】

【表1】

1 1		1 2		
種別		平均粒径 (μm)	成分組成 (重量%)	
			N i	C u
C u - N i 合金粉末	A	1 0	2 . 5	残部
	B	1 2	1 0	残部
	C	1 0	1 9	残部
	D	1 0	2 9	残部

【0027】これら原料粉末を表2に示される配合組成に配合し、潤滑材としてステアリン酸亜鉛を0.7%添加してV型ミキサーにて30分間混合し、6ton/cm²の圧力でプレス成形して外径：120mm×内径：78mm×厚さ：3.5mm、U字状溝の深さ：1.5mm、U字状溝の幅：10mmの寸法をもったリング状圧粉体を作製し、この圧粉体を重ね合わせてN₂-10% H₂ 雰囲気中、温度：1140℃に30分間保持の条件で焼結することにより表2に示される成分組成を有し、かつ内部にリング状の冷却空洞を有する本発明ピストンリング耐摩環（以下、本発明耐摩環と云う）1～10をそれぞれ製造した。上記本発明耐摩環1～10は、いずれも外径：120mm×内径：78mm×厚さ：7mm、冷却空洞の断面：3mm×10mmの寸法を有し、Feを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相で結合してなる素地を有していた。

【0028】さらに、本発明耐摩環1～10の組織におけるFe基合金相およびCu基合金相の成分含有量をEPMAにより測定した結果、前記Fe基合金相はNi、CuおよびCを含みかつFeを50重量%以上含んでおり、前記Cu基合金相はNi、FeおよびCを含みかつCuを50重量%以上含んでおり、さらにFe基合金相に含まれるNiおよびCの濃度は、Cu基合金相に含まれるNiおよびCの濃度よりも大であることが分かった。さらに、比較の目的で、同じく表2に示される成分組成をもち、同じ寸法の比較ピストンリング耐摩環（以下、比較耐摩環と云う）を製造した。

【0029】ついで、上記の各種耐摩環を、通常の条件*

*で前処理、すなわち脱脂、乾燥、および温度：700℃の後述の鋳造Al-Si系合金溶湯と同じ組成をもったAl-Si系合金溶湯中に5分間浸漬の前処理を施した状態で、それぞれ精密鋳造金型内に設置し、これにAl-12.4%Si-1.12%Cu-0.96%Mg-1.06%Niの組成をもったAl-Si系合金溶湯を鋳造してピストン本体を形成すると共に、前記各種耐摩環を鋳包み、ついで前記耐摩環の外周面に沿って切削加工にて溝深さ：7mm×溝幅：3mmの寸法のトップリング溝を形成することにより、トップリング溝を形成した耐摩環を有するAl-Si系合金製ピストンをそれぞれ製造した。

【0030】さらに、冷却空洞に冷却用オイルを通すようにした後、これらのピストンを、排気量：8200ccの直列6気筒直噴ディーゼルエンジンに組み込み、回転数：3500rpm、エンジンの冷却温度：95℃、運転モード：500時間連続運転、負荷：フル出力の条件で加速運転試験を行ない、試験後の耐摩環のトップリング溝における外周面の最大溝幅増加量（最大溝幅一切削加工により形成した溝幅）を測定することにより高温耐摩耗性を評価し、また上記トップリング溝に嵌合されたピストンリング（Fe-2.7%Si-3.5%Cの組成をもった球状黒鉛鋳鉄製でCrメッキしたもの）の上下面における最大摩耗深さを測定することにより相手攻撃性を評価した。これらの測定結果を表2に示した。

【0031】

【表2】

種別		原料粉末の配合組成 (重量%)			成分組成 (重量%) (残部は不可避不純物を含む)				トップリング溝における外周面の最大溝幅増加量 (μm)	ピストンリングの上下面における最大摩耗深さ (μm)
		C粉末	表1のCu-Ni合金粉末	Fe粉末	Cu	Ni	C	Fe		
本発明耐摩環	1	0.005	B:15	残部	13.5	1.5	0.003	残部	3	7
	2	0.6	B:15	残部	13.4	1.4	0.5 ₃	残部	6	6
	3	1.5	B:15	残部	13.4	1.6	1.3 ₄	残部	5	6
	4	2.0	B:15	残部	13.4	1.6	1.8 ₁	残部	5	6
	5	3.0	B:15	残部	13.5	1.6	2.7 ₉	残部	6	5
	6	1.5	A:40	残部	39.1	1.1	1.3 ₂	残部	3	5
	7	1.5	D:16.5	残部	11.6	4.8	1.3 ₂	残部	3	7
	8	1.5	C:25	残部	20.3	4.8	1.3 ₈	残部	2	6
	9	1.5	A:22	残部	21.6	0.8	1.3 ₅	残部	4	6
	10	1.5	B:27	残部	24.4	2.8	1.3 ₅	残部	4	6
比較耐摩環	—				6	15	0.8	残部	16	23

【0032】表2に示される結果から、本発明耐摩環1～10は、いずれも最大溝幅増加量が小さいところから優れた高温耐摩耗性を示し、かつ相手攻撃性もきわめて小さいのに対して、比較耐摩環は十分な高温耐摩耗性を具備しないために、トップリング溝の最大溝幅増加量が大きくなって好ましくないことが明らかである。

【0033】実施例2

原料粉末として、平均粒径：55μmのアトマイズFe粉末、表1に示される平均粒径および成分組成を有するCu-Ni合金粉末、平均粒径：18μmの黒鉛粉末を用意し、さらに平均粒径：40μmを有し、Crが表3に示される20～80%の範囲内の所定量を含有し、残部：Feおよび不可避不純物からなるFe-Cr合金粉末、平均粒径：50μmを有し、Moが表3に示される0.5～15%の範囲内の所定量を含有し、残部：Feおよび不可避不純物からなるFe-Mo合金粉末を用意した。

【0034】これら原料粉末を表3に示される配合組成に配合し、潤滑材としてステアリン酸亜鉛を0.7%添加してV型ミキサーにて30分間混合し、6ton/cm²の圧力で実施例1と同じ形状および寸法をもったリング状圧粉体を作製し、この圧粉体を重ね合わせてN₂-10%H₂雰囲気中、温度：1140℃に30分間保持の条件で焼結することにより表3に示される成分組成を有し、かつ内部にリング状の冷却空洞を有する本発明耐摩環11～20をそれぞれ製造した。上記本発明耐摩環11～20は、いずれも外径：120mm×内径：78mm×厚さ：7mm、冷却空洞の断面：3mm×：*50

*10mmの寸法を有し、Feを主成分とするFe基合金相をCuを主成分とするCu基合金相と結合してなる素地を有していた。

【0035】さらに、この発明の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環の素地を構成するFe基合金相およびCu基合金相の成分含有量をEPMAにより測定した結果、前記Fe基合金相はNi、CuおよびCを含みさらにCrおよび/またはMoを含み、かつFeを50重量%以上含んでおり、前記Cu基合金相はNi、FeおよびCを含みさらにCrおよび/またはMoを含み、かつCuを50重量%以上含んでおり、さらにFe基合金相に含まれるNiおよびCの濃度並びにCrおよび/またはMoの濃度は、Cu基合金相に含まれるNiおよびCの濃度並びにCrおよび/またはMoの濃度よりも大であることが分かった。

【0036】ついで、上記の各種耐摩環を、実施例1と同様にA1-Si系合金溶湯中に5分間浸漬の前処理を施した状態で、それぞれ精密鋳造金型内に設置し、これにA1-12.4%Si-1.12%Cu-0.96%Mg-1.06%Niの組成をもったA1-Si系合金溶湯を鋳造してピストン本体を形成すると共に、前記耐摩環を鋳包み、ついで前記耐摩環の外周面に沿って切削加工にて溝深さ：7mm×溝幅：3mmの寸法のトップリング溝を形成することによりA1-Si系合金製ピストンをそれぞれ製造した。

【0037】さらに、これらのピストンを実施例1と同様に、排気量：8200ccの直列6気筒直噴ディーゼルエンジンに組み込み、回転数：3500rpm、エン

ジンの冷却温度：95℃、運転モード：500時間連続
運転、負荷：フル出力の条件で加速運転試験を行ない、
試験後の耐摩環のトップリング溝における外周面の最大
溝幅増加量（最大溝幅一切削加工により形成した溝幅）
を測定することにより高温耐摩耗性を評価し、また上記
トップリング溝に嵌合されたピストンリング（Fe-

* 2. 7%Si-3. 5%Cの組成をもった球状黒鉛鋳鉄
製でCrメッキしたもの）の上下面における最大摩耗深
さを測定することにより相手攻撃性を評価し、これらの
測定結果を表4に示した。

【0038】

【表3】

種別		原料粉末の配合組成（重量％）				
		C粉末	表1のCu-Ni合金粉末	Fe-Cr粉末	Fe-Mo粉末	Fe粉末
本発明耐摩環	11	1. 5	B：17	Fe-25％Cr：1	—	残部
	12	1. 5	B：17	Fe-50％Cr：7	—	残部
	13	1. 5	B：17	Fe-50％Cr：13	—	残部
	14	1. 5	B：17	Fe-75％Cr：12	—	残部
	15	1. 5	B：17	—	Fe-1. 5％Mo：10	残部
	16	1. 5	B：17	—	Fe-3. 5％Mo：60	残部
	17	1. 5	B：17	—	Fe-7％Mo：60	残部
	18	1. 5	B：17	—	Fe-14％Mo：60	残部
	19	1. 5	B：17	Fe-50％Cr：7	Fe-1. 5％Mo：30	残部
	20	1. 5	B：17	Fe-50％Cr：13	Fe-3. 5％Mo：10	残部

【0039】

※ ※【表4】

種別	成分組成（重量%）（残部は不可避不純物を含む）						トップリング溝に おける外周面の最 大溝幅増加量 （μm）	ピストンリングの 上下面における最 大摩耗深さ （μm）
	Cu	Ni	C	Cr	Mo	Fe		
本発明耐摩環	11	15. 3	1. 8	1. 35	0. 3	-	残部	5
	12	15. 3	1. 8	1. 34	3. 4	-	残部	4
	13	15. 4	1. 8	1. 34	6. 4	-	残部	3
	14	15. 4	1. 8	1. 34	8. 8	-	残部	2
	15	15. 4	1. 8	1. 33	-	0. 2	残部	5
	16	15. 4	1. 8	1. 35	-	2. 1	残部	4
	17	15. 3	1. 9	1. 35	-	4. 2	残部	4
	18	15. 4	1. 8	1. 34	-	8. 5	残部	3
	19	15. 5	1. 7	1. 34	3. 3	0. 5	残部	4
	20	15. 5	1. 8	1. 34	6. 3	0. 4	残部	3

（備考：素地中にMoを主成分とする硬質粒子の分散無し）

【0040】表4に示される結果から、本発明耐摩環1
1～20は、いずれもすぐれた高温耐摩耗性を示し、か
つ相手攻撃性もきわめて小さいのに対して、表2のニレ
ジスト鋳鉄からなる比較耐摩環は十分な高温耐摩耗性を
具備するものでないために、摩耗進行が著しいことが明
らかである。

★【0041】実施例3

実施例2におけるFe-Mo合金粉末の代わりに平均粒
径：30μmを有し、Moが表5に示される15を超え
～60%の範囲内の所定量を含有し、残部：Feおよび
不可避不純物からなるFe-Mo合金粉末を用意した以

★50 外は、実施例2と同じ原料粉末を用意した。

【0042】これら原料粉末を表5に示される配合組成に配合し、潤滑材としてステアリン酸亜鉛を0.7%添加してV型ミキサーにて30分間混合し、実施例1と同じ条件で焼結することにより表6に示される成分組成を有し、実施例1と同じ形状および寸法を有する本発明耐摩環21～31をそれぞれ製造した。上記本発明耐摩環21～31は、いずれもFe基合金相をCu基合金相で結合してなる素地を有し、その素地中にMoを主成分とする硬質粒子が分散していた。

【0043】さらに、この発明の冷却空洞付き鉄基焼合金製ピストンリング耐摩環の組織Fe基合金相およびCu基合金相の成分含有量をEPMAにより測定した結果、前記Fe基合金相はNi、CuおよびCを含みさらにCrおよび/またはMoを含みかつFeを50重量%以上含んでおり、前記Cu基合金相はNi、FeおよびCを含みさらにCrおよび/またはMoを含みかつCuを50重量%以上含んでおり、さらにFe基合金相に含まれるNiおよびCの濃度並びにCrおよび/またはMoの濃度は、Cu基合金相に含まれるNiおよびCの濃度並びにCrおよび/またはMoの濃度よりも大であることが分かった。

【0044】ついで、上記の各種耐摩環を、実施例1と同様にしてAl-Si系合金溶湯中に5分間浸漬の前処*

*理を施した状態で、それぞれ精密鋳造金型内に設置し、これにAl-12.4%Si-1.12%Cu-0.96%Mg-1.06%Niの組成をもったAl-Si系合金溶湯を鋳造してピストン本体を形成すると共に、前記耐摩環を鋳包み、ついで前記耐摩環の外周面に沿って切削加工にて溝深さ：7mm×溝幅：3mmの寸法のトップリング溝を形成することによりAl-Si系合金製ピストンをそれぞれ製造した。

【0045】さらに、これらのピストンを実施例1と同様に、排気量：8200ccの直列6気筒直噴ディーゼルエンジンに組み込み、回転数：3500rpm、エンジンの冷却温度：95℃、運転モード：500時間連続運転、負荷：フル出力の条件で加速運転試験を行ない、試験後の耐摩環のトップリング溝における外周面の最大溝幅増加量（最大溝幅一切削加工により形成した溝幅）を測定することにより高温耐摩耗性を評価し、また上記トップリング溝に嵌合されたピストンリング（Fe-2.7%Si-3.5%Cの組成をもった球状黒鉛鋳鉄製でCrメッキしたもの）の上下面における最大摩耗深さを測定することにより相手攻撃性を評価し、これらの測定結果を表6に示した。

【0046】

【表5】

種別		原料粉末の配合組成 (重量%)				
		C粉末	表1のCu-Ni合金粉末	Fe-Cr粉末	Fe-Mo粉末	Fe粉末
本発明耐摩環	21	1.5	B:17	—	Fe-20%Mo:1	残部
	22	1.5	B:17	—	Fe-40%Mo:12	残部
	23	1.5	B:17	—	Fe-55%Mo:15	残部
	24	1.5	B:17	—	Fe-59%Mo:20	残部
	25	1.5	B:17	—	Fe-55%Mo:25	残部
	26	1.5	B:17	Fe-50%Cr:18	Fe-20%Mo:1	残部
	27	1.5	B:17	Fe-50%Cr:13	Fe-40%Mo:12	残部
	28	1.5	B:17	Fe-50%Cr:13	Fe-55%Mo:15	残部
	29	1.5	B:17	Fe-50%Cr:8	Fe-59%Mo:20	残部
	30	1.5	B:17	Fe-50%Cr:3	Fe-55%Mo:25	残部

【0047】

※ ※【表6】

19

20

種別		成分組成 (重量%) (残部は不可避不純物を含む)						トップリング溝における外周面の最大溝幅増加量 (μm)	ピストンリングの上下面における最大摩耗深さ (μm)
		Cu	Ni	C	Cr	Mo	Fe		
本発明耐摩環	21	15.3	1.8	1.35	—	0.2	残部	3	6
	22	15.3	1.8	1.35	—	4.8	残部	3	6
	23	15.3	1.8	1.34	—	8.4	残部	3	7
	24	15.4	1.8	1.35	—	11.9	残部	2	7
	25	15.4	1.8	1.35	—	13.8	残部	2	7
	26	15.2	1.8	1.34	9.0	0.2	残部	4	5
	27	15.3	1.7	1.35	6.7	4.9	残部	3	6
	28	15.3	1.7	1.36	6.5	8.3	残部	3	7
	29	15.3	1.8	1.36	3.9	11.8	残部	2	7
	30	15.3	1.8	1.35	1.5	13.8	残部	2	7

(備考: 素地中にMoを主成分とする硬質粒子の分散あり)

【0048】表6に示される結果から、本発明耐摩環21～30は、いずれもすぐれた高温耐摩耗性を示し、かつ相手攻撃性もきわめて小さいのに対して、表2の比較耐摩環は十分な高温耐摩耗性を具備するものでないために、摩耗進行が著しいことが明らかである。

【0049】

【発明の効果】上述のように、この発明のピストンリング耐摩環は、高温雰囲気下にあっても小さい相手攻撃性で、すぐれた高温耐摩耗性を発揮することから、エンジンの排気ガス規制に十分満足に対応することができ、かつエンジンの高出力化および大型化の促進に寄与するなど工業上有用な特性をもつものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のピストンリング耐摩環の一部断面図である。

【図2】この発明のピストンリング耐摩環の製造方法を説明するための一部断面図である。

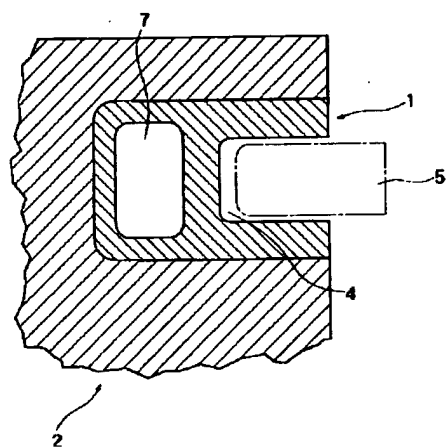
20* 【図3】この発明のピストンリング耐摩環の製造方法を説明するための一部断面図である。

【図4】ディーゼルエンジンのピストンを例示する概略縦断面図(a)および同要部縦断面図(b)である。

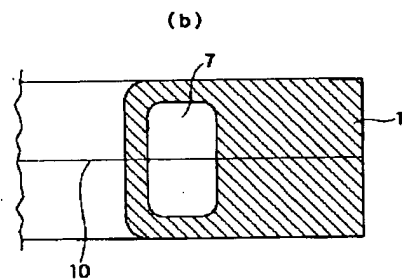
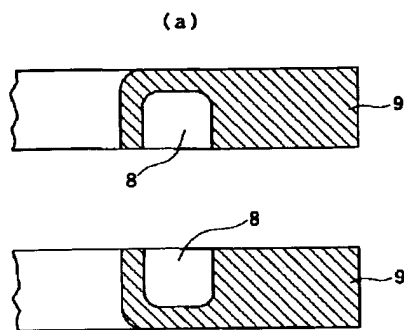
【符号の説明】

- 1 ピストンリング耐摩環
- 2 ピストン鋳物本体
- 3 トップランド部
- 4 トップリング溝
- 5 ピストンリング
- 6 冷却空洞
- 7 冷却空洞
- 8 U字状溝
- 9 圧粉体
- 10 接合部
- 11 圧粉体

【図1】

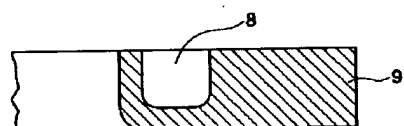
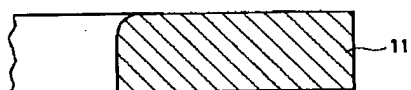


【図2】

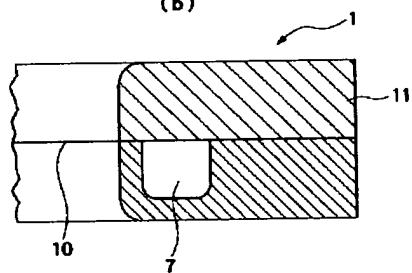


【図3】

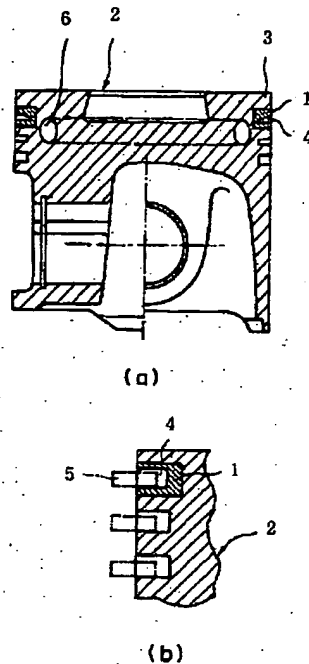
(a)



(b)



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成11年9月17日(1999.9.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】この発明の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環の焼結は前述のようなメカニズムによるものと考えられるから、この発明の冷却空洞付き鉄

基焼結合金製ピストンリング耐摩環を製造する際に使用する原料粉末として、特にCu-Ni合金(Ni:2~30重量%を含有し、残部がCuおよび不可避不純物からなる母合金)粉末を使用することが好ましい。前記(1)または(2)記載の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を焼結する際のメカニズムについて詳述したが、前記(3)~(12)の内のいずれかに記載の冷却空洞付き鉄基焼結合金製ピストンリング耐摩環を焼結する際のメカニズムもほぼ同じメカニズムによるものと考えられる。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

F16J 9/26

識別記号

FI

F16J 9/26

テーム(参考)

A

Fターム(参考) 3J044 BA03 BA09 BB27 BB28 BB29
BB31 CA07 DA09 DA16
4K018 AA29 BA02 BA15 BA16 HA01
HA04 JA09 KA09 KA62

PAT-NO: JP02001081505A

DOCUMENT-IDENTIFIER: **JP 2001081505 A**

TITLE: IRON-BASED SINTERED ALLOY WEAR RESISTANT **PISTON** RING
HAVING COOLING CAVITY WITH HIGH TEMPERATURE WEAR
RESISTANCE AND EXCELLENT HEAT CONDUCTIVITY

PUBN-DATE: March 27, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAWASE, KINYA	N/A
MORIMOTO, KOICHIRO	N/A

INT-CL (IPC): B22F007/04, C22C033/02, C22C038/00, C22C038/16, F02F003/00
, F16J009/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an iron-based sintered alloy friction-resistant **piston** ring having a cooling cavity excellent in high-temperature wear resistance and heat conductivity and small in attackability.

SOLUTION: This **piston** ring has a ring-like cooling cavity 7 inside, and consists of an **iron**-based **sintered alloy** having the structure in which a Fe-based alloy phase having the composition consisting of, by weight, 11-40% Cu, 0.5-10% Ni, and 0.001-3% C, and 0.1-15% Mo and/or 0.1-10% Cr as necessary, and the balance Fe with inevitable **impurities**, and consisting mainly of Fe is coupled with a Cu-based alloy phase consisting mainly of Cu.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an iron-based sintered alloy friction-resistant **piston** ring having a cooling cavity excellent in high-temperature wear resistance and heat conductivity and small in attackability.

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: This **piston** ring has a ring-like cooling cavity 7 inside, and consists of an **iron**-based **sintered alloy** having the structure in which a

Fe-based alloy phase having the composition consisting of, by weight, 11-40% Cu, 0.5-10% Ni, and 0.001-3% C, and 0.1-15% Mo and/or 0.1-10% Cr as necessary, and the balance Fe with inevitable impurities, and consisting mainly of Fe is coupled with a Cu-based alloy phase consisting mainly of Cu.

Document Identifier - DID (1):

JP 2001081505 A

Title of Patent Publication - TTL (1):

IRON-BASED SINTERED ALLOY WEAR RESISTANT PISTON RING HAVING COOLING CAVITY
WITH HIGH TEMPERATURE WEAR RESISTANCE AND EXCELLENT HEAT CONDUCTIVITY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.